

Pengembangan Perangkat Peraga Pemantauan Keamanan Laboratorium Berbasis *Internet of Things* Untuk Mata Kuliah Fisika Instrumentasi

Herry Apriyanto. E¹

Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Ring Road Selatan, Tamanan, Banguntapan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55191

Surat-e: apriyan.herry@gmail.com

Telah dilakukan penelitian tentang pengembangan perangkat peraga pemantauan keamanan laboratorium berbasis *Internet Of Things*. Perangkat ini digunakan sebagai alat demonstrasi pada mata kuliah Fisika Instrumentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan perangkat yang dikembangkan serta respon dari pengguna. Metode pengembangan produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* model ADDIE. Adapun tahapannya adalah analisis (*Analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*Implementation*), dan Evaluasi (*Evaluation*). Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dan angket. Teknik analisis data percobaan menggunakan persamaan teori ralat, sedangkan teknik analisis data kelayakan menggunakan persentase keidealan dengan perhitungan skor tiap butir pertanyaan. Hasil dari penelitian ini yang telah melalui tahapan uji kelayakan alat dengan persentase 85,53% dimana termasuk kategori baik, uji kelayakan materi dengan persentase 83,93% dimana termasuk kategori baik, uji kelayakan media dengan persentase 81,25% dimana termasuk kategori baik dan uji kelayakan pengguna dengan persentase 88,12% dimana termasuk kategori baik. Berdasarkan hasil persentase tersebut, perangkat yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai alat demonstrasi pada mata kuliah Fisika Instrumentasi.

Research on the development demonstration tool of security monitoring laboratory based on Internet of Things has been carried out. This device is used as a demonstration tool in the Physics Instrumentation course. This study aims to determine the feasibility of the device being developed as well as the response from users. The product development method used in this study is the ADDIE Research and Development (R & D) model. The stages are analysis (analysis), design (design), development (development), implementation (implementation), and evaluation (evaluation). Data collection techniques used are observation and questionnaire. Experimental data analysis techniques using errata theory equations, while feasibility data analysis techniques use percentage ideals by calculating the score of each question item. The results of this research who have passed the device feasibility test stage with a percentage of 85.53% which means in the good category, the material feasibility test with a percentage of 83.93% which means in the good category, the media feasibility test with a percentage of 81.25% which means in the good category and user feasibility test with a percentage of 88.12% which means in the good categories. Based on the results of this percentage, the device developed was declared to be suitable as a demonstration tool in the Physics Instrumentation course.

Kata kunci: IoT, NodeMCU, sensor, *blynk*

I. Pendahuluan

Fisika adalah ilmu yang paling mendasar dari cabang semua sains. Fisika merupakan ilmu eksperimental [18]. Itu berarti fisika memerlukan eksperimen untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang konsep yang terkandung di dalamnya.

Fisika memiliki berbagai macam turunan keilmuan, salah satunya adalah Fisika Instrumentasi. Fisika instrumentasi adalah kajian terapan ilmu fisika dalam hal pengukuran dan atau pengaturan besaran fisis secara langsung atau pun tidak langsung. Istilah instrumentasi berasal dari kata *instrument* atau peralatan. Sehingga secara khusus instrumentasi merupakan suatu bidang keahlian yang berkaitan dengan pengembangan peralatan, khususnya peralatan untuk pengukuran dan pengendalian. Bidang keahlian instrumentasi yang merupakan bidang multidisiplin memerlukan pengetahuan komprehensif yang meliputi aspek dasar sains (khususnya Fisika) dan aplikasinya dalam sebuah perangkat (instrumen). Bidang ini menjadi signifikan khususnya dalam dunia modern yang banyak mempergunakan peralatan dalam mendukung aktivitas manusia [11].

Dewasa ini, pengetahuan dan teknologi yang mendukung sistem-sistem peralatan ukur dan kendali dari yang sederhana dan kompleks dibangun menggunakan sistem elektronik, optik dan mekanik. Sehingga keahlian yang dikembangkan dalam bidang instrumentasi difokuskan pada tiga hal tersebut. Untuk membangun *knowledge* dan *skill* sebagai ahli dibidang instrumentasi, mahasiswa akan mempelajari dasar-dasar ilmu Fisika, khususnya yang berkaitan dengan mekanika, gelombang, optika dan elektromagnetika baik secara teori maupun praktek. Selanjutnya mahasiswa akan mempelajari bagaimana instrumen bekerja melalui pengetahuan dalam bidang bahan (sensor dan aktuator), elektronika analog dan digital, perangkat mikrokontroler dan komputer (*hardware* dan *software*), sistem optik (lensa, serat optik, perangkat-perangkat optika modern), sistem mekanik, serta bagaimana signal/informasi harus diolah dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Dengan mempelajari pengetahuan dan ketrampilan tersebut mahasiswa akan mengerti bagaimana sebuah *instrument* bekerja dan disusun serta bagaimana bagian-bagian penyusun *instrument* bekerja [13].

Internet of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung.

Walaupun IoT sudah banyak diaplikasikan khususnya dibidang Informatika, namun untuk bidang pendidikan khususnya Fisika belum banyak dan untuk mengaplikasikan IoT dibidang pendidikan tentunya dibutuhkan sarana atau media, dalam hal ini peneliti memanfaatkan bidang instrumentasi fisika yang merupakan bidang keahlian untuk pengembangan peralatan terkait pengukuran dan pengendalian untuk diintegrasikan dengan konsep IoT.

Berdasarkan gagasan di atas, maka dipandang perlu dikembangkannya sebuah alat berbasis IoT yang bisa memantau keamanan laboratorium dan bisa digunakan sebagai peraga dalam mata kuliah Fisika Instrumentasi beserta buku panduannya. Alat yang dikembangkan ini memiliki lima tipe sensor yaitu, sensor gerak, suhu, intensitas cahaya, kelembaban dan asap.

Sistem ini dipilih karena sehubungan dengan Laboratorium Terpadu yang sedang dibangun di Kampus 4 UAD. Selain itu perangkat IoT yang akan digunakan dalam sistem ini adalah NodeMCU karena selain sudah memiliki *General Purpose Input Output* seperti halnya pada mikrokontroler, NodeMCU juga merupakan *Arduino Compatible Board* yang bersifat *Open Source* yang mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau.

II. Kajian Pustaka

I. Fisika Instrumentasi

Fisika memiliki berbagai macam turunan keilmuan, salah satunya adalah Fisika Instrumentasi. Fisika instrumentasi adalah kajian terapan ilmu fisika dalam hal pengukuran dan atau pengaturan besaran fisis secara langsung atau pun tidak langsung. Istilah instrumentasi berasal dari kata *instrument* atau peralatan. Sehingga secara khusus instrumentasi merupakan suatu bidang keahlian yang berkaitan dengan pengembangan peralatan, khususnya peralatan untuk pengukuran dan pengendalian. Bidang keahlian instrumentasi yang merupakan bidang multidisiplin memerlukan pengetahuan komprehensif yang meliputi aspek dasar sains (khususnya Fisika) dan aplikasinya dalam sebuah perangkat (instrumen). Bidang ini menjadi signifikan khususnya dalam dunia modern yang banyak mempergunakan peralatan dalam mendukung aktivitas manusia [11].

Dewasa ini, pengetahuan dan teknologi yang mendukung sistem-sistem peralatan ukur dan kendali dari yang sederhana dan kompleks dibangun menggunakan sistem elektronik, optik dan mekanik. Sehingga keahlian yang dikembangkan dalam bidang instrumentasi difokuskan pada tiga hal tersebut. Untuk membangun *knowledge* dan *skill* sebagai ahli

dibidang instrumentasi, mahasiswa akan mempelajari dasar-dasar ilmu Fisika, khususnya yang berkaitan dengan mekanika, gelombang, optika dan elektromagnetika baik secara teori maupun praktek. Selanjutnya mahasiswa akan mempelajari bagaimana instrumen bekerja melalui pengetahuan dalam bidang bahan (sensor dan aktuator), elektronika analog dan digital, perangkat mikrokontroler dan komputer (*hardware* dan *software*), sistem optik (lensa, serat optik, perangkat-perangkat optika modern), sistem mekanik, serta bagaimana signal atau informasi harus diolah dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Dengan mempelajari pengetahuan dan ketrampilan tersebut mahasiswa akan mengerti bagaimana sebuah *instrument* bekerja dan disusun serta bagaimana bagian-bagian penyusun *instrument* bekerja [13].

Berdasarkan pengetahuan dan ketrampilan yang dimiliki mahasiswa akan belajar merancang dan mengimplemetasikan suatu instrumen untuk pengukuran ataupun pengendalian untuk aplikasi diberbagai bidang. Sebagai contoh antara lain adalah: sistem sensor untuk pengukuran besaran fisis (pergesaran, tekanan, gaya, kecepatan, percepatan, suhu, kelembaban dan lain-lain), alat untuk memberikan peringatan dini banjir, alat ukur suhu secara non kontak, sistem pengukur getaran jembatan, sensor deteksi dini berdasarkan prinsip imunologi, alat pencatatan data untuk remote area, alat untuk deposisi lapisan, sistem telemetri data pengukuran gunung berapi, alat ukur pencemaran udara, kelembaban tanah, alat ukur kekeruhan air, sensor gas, sensor tekanan, biosensor dan lain-lain dalam berbagai bidang aplikasi [12].

Mahasiswa yang memiliki kompetensi dibidang Fisika Instrumentasi akan memiliki pengetahuan dan keterampilan teori dan praktek yang memadai tentang bagaimana system pengukuran (*measurement*) dan pengendalian (*control system*) bekerja dan bagaimana membangun sistem instrumentasi dengan mengembangkan pemahaman atas mekanisme kerja dari sebuah perangkat menggunakan hukum-hukum dasar yang mendasari bekerjanya perangkat dan bagian-bagian penyusun dari perangkat (*instrument*) secara komprehensif [14].

2. Laboratorium

Laboratorium adalah tempat riset ilmiah, eksperimen, pengukuran ataupun pelatihan ilmiah dilakukan. Laboratorium biasanya dibuat untuk memungkinkan dilakukannya kegiatan-kegiatan tersebut secara terkendali. Laboratorium ilmiah biasanya dibedakan menurut disiplin ilmunya,

misalnya laboratorium fisika, kimia, biokimia, komputer, dan bahasa [15].

Laboratorium khususnya dalam penelitian ini adalah laboratorium fisika merupakan tempat atau wadah untuk membuktikan atau menguji kebenaran suatu teori fisika dengan data-data kenyataan empiris (kuantitas maupun kualitatif). Salah satu alasan mengapa dilakukan suatu perlakuan pengujian (pembuktian) terhadap suatu model atau teori dilaboratorium, oleh karena peristiwa dan fenomena alam dan sekitarnya yang sukar ditemukan dan tidak bisa diamati dari dekat, dan sulit diamati karena terbatasnya waktu atau terlalu cepat bagi panca indera kita. Agar percobaan dapat dilakukan dalam suatu laboratorium, maka laboratorium itu harus dilengkapi dengan alat-alat yang memadai. Artinya alat-alat yang tersedia harus memiliki fungsi yang mendukung terlaksananya laboratorium. Yang diperlukan adalah alat-alat yang bekerjadengan baik, mengukur yang harus diukur dan penunjukan besaran yang diukurnya dapat dipercaya. Pengadaan alat-alat dalam suatu laboratorium harus disesuaikan dengan tujuan pembangunan laboratorium itu sendiri [7].

Standar laboratorium yang baik adalah laboratorium yang dilengkapi dengan dengan alat-alat memadai yang dapat menunjang tercapainya tujuan penggunaannya, serta pembangunan dan pemeliharanya murah. Fungsi utama dari laboratorium fisika adalah wadah untuk melakukan praktek atau penerapan atas teori, penelitian dan pengembangan keilmuan, sehingga menjadi unsur penting dalam kegiatan pendidikan dan penelitian, khususnya di bidang fisika. Kegiatan yang ada dalam lingkup pengelolaan laboratorium fisika meliputi praktikum, penggunaan peralatan laboratorium, penggunaan laboratorium untuk penelitian dan kerjasama penelitian atau sejenisnya [2].

Fungsi dan tujuan laboratorium fisika pada umumnya adalah sebagai alat bantu belajar mengajar, tempat penyelenggaraan praktikum fisika, tempat penyelenggaraan penelitian, baik penelitian mahasiswa ataupun penelitian dosen. Dan berfungsi pula sebagai sarana layanan umum, yaitu untuk masyarakat umum di luar universitas sendiri baik untuk pendidikan maupun untuk keperluan uji mutu, dan merupakan sarana untuk menunjukkan gejala fisika dengan membuat eksperimen tiruan [8].

Selain itu laboratorium juga harus memiliki standar keamanan yang baik agar segala kegiatan yang dilakukan di dalam laboratorium dapat berjalan lancar. Keamanan disini mengacu pada standar suhu ruangan, kelembaban yang tidak terlalu tinggi , intensitas cahaya yang baik dan bebas polusi asap.

Di dalam laboratorium sendiri banyak terdapat komponen-komponen dan alat elektronika yang akan rusak apabila suhu dan kelembaban di dalam laboratorium tidak dijaga. Selain suhu dan kelembaban sebuah laboratorium tentunya harus bebas dari polutan asap karena asap sendiri akan mengganggu aktivitas pengguna laboratorium. Intensitas cahaya juga sangat berpengaruh dalam melakukan suatu kegiatan di dalam laboratorium [3]. Parameter sederhana yang menyatakan keadaan aman pada laboratorium ditunjukkan seperti pada tabel I.

Tabel I. Parameter Keamanan Laboratorium

No.	Parameter	Keadaan	Status
1.	Cahaya	≤ 5 lux	Intensitas kurang
		≥ 300 lux	Intensitas over
		≥ 5 lux $I \leq 300$ lux	Aman
2.	Smoke	≤ 500 PPM	Aman
		≥ 600 PPM	Berasap
		$\geq 33^{\circ}\text{C}$	Suhu abnormal
3.	Suhu	$\leq 17^{\circ}\text{C}$	Suhu abnormal
		$\geq 18^{\circ}\text{C}$ $T \leq 34^{\circ}\text{C}$	Aman
		$\leq 45\%$	Terlalu kering
4.	Kelembaban	$\geq 85\%$	Terlalu lembab
		$\geq 51\%$ Rh $\leq 85\%$	Aman

3. Mikro Wifi dan Sensor

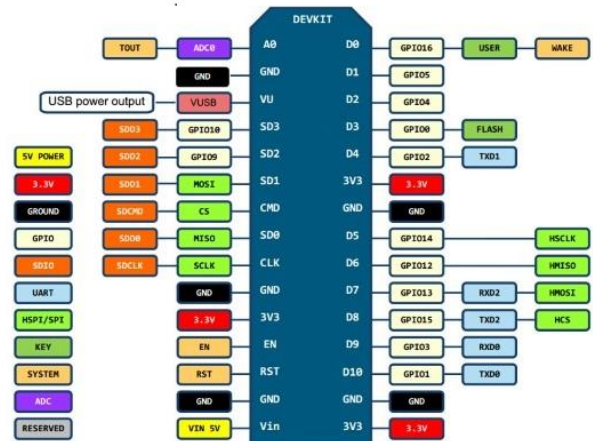
Mikro wifi merupakan salah satu arduino *compatible development board* yang dirancang khusus untuk keperluan IoT menggunakan chip SoC WiFi. *Arduino compatible*, artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan *library* yang banyak terdapat di internet [17].



Gambar 1. NodeMCU ESP8266

Mikro wifi yang digunakan adalah NodeMCU dengan berbasis ESP8266 seperti pada gambar 1. Mikro wifi akan digunakan sebagai perangkat IoT yang dapat diintegrasikan dengan perangkat yang akan di kontrol dan monitor melalui internet yang terhubung ke akses poin. NodeMCU

ESP8266 sendiri sudah dilengkapi GPIO (*General Purpose Input/Output*) dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 seperti pada gambar 2, dengan adanya GPIO ini kita bisa melakukan fungsi input atau output layaknya sebuah mikrokontroler [1].



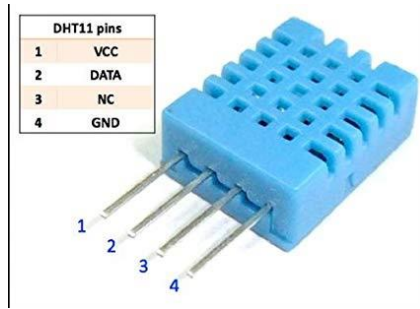
Gambar 2. GPIO NodeMCU ESP8266

Sensor merupakan piranti atau komponen yang berfungsi untuk mengubah bentuk energi, dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya. Sedangkan transduser merupakan piranti atau komponen untuk mengubah besaran fisis non elektrik menjadi sinyal atau besaran fisis listrik (seperti arus atau tegangan). Untuk keperluan praktis kedua istilah tersebut (sensor dan transduser) dianggap identik. Dalam sistem pengukuran/pendeteksian, sensor atau transduser merupakan piranti yang pertama kali menerima kesan atau sensasi dari besaran yang diukur atau dideteksi [10].

Adapun sensor yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Sensor Suhu dan Kelembaban

Sensor DHT11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (humidity). Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroler 8 bit yang mengelola kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin *output* dengan format *single-wire bi-directional* (kabel tunggal dua arah) [9].



Gambar 3. Sensor DHT11

Spesifikasi sensor DHT11 :

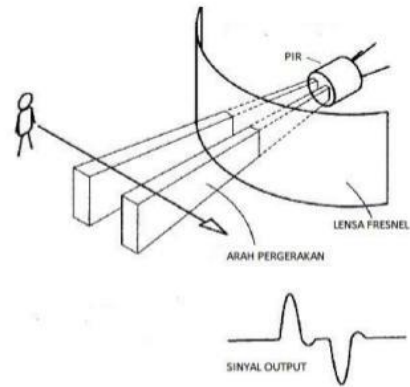
- 1) Tegangan: 5 V.
- 2) Rentang temperatur : 0-50°C kesalahan $\pm 2^\circ \text{C}$.
- 3) Kelembaban :20-90% RH $\pm 5\%$ RH error.
- 4) *Interface* : Digital

b. Sensor Gerak

Sensor PIR merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerakan melalui pancaran energi infra merah. Gerakan yang di deteksi pada umumnya adalah gerakan manusia dan hewan karena memiliki panjang gelombang dengan nilai tertentu. Jadi tidak semua pancaran energi infra merah dapat diterima oleh sensor ini. Pada dasarnya sensor PIR terbuat dari sebuah sensor *pyroelectric* yang dapat mendeteksi pancaran energi inframerah. Sensor ini bekerja berdasarkan pancaran energi infra merah yang diterimanya yang memiliki panjang gelombang sekitar 8 – 14 mikrometer [4].



Gambar 4. Sensor PIR



Gambar 5. Cara kerja sensor PIR

Untuk membantu kinerja dari sensor ini diperlukan Fresnel Lens yang berfungsi untuk mempertajam jarak fokus sensor. Tanpa Fresnel lens tersebut jarak maksimum dari deteksi sensor hanya dapat mencapai beberapa centimeter saja. Tetapi jika dipasang dengan lensa tersebut maka jarak maksimum pendeteksiannya mencapai 7 meter dan maksimal sudut 110 derajat [4].

c. Sensor Asap

Sensor MQ-2 adalah salah satu sensor yang sensitif terhadap asap rokok. Bahan utama sensor ini adalah SnO₂ dengan konduktifitas rendah pada udara bersih. Jika terdapat kebocoran gas konduktifitas sensor menjadi lebih tinggi, setiap kenaikan konsentrasi gas maka konduktifitas sensor juga naik. MQ-2 sensitif terhadap gas LPG, Propana, Hidrogen, Karbon Monoksida, Metana dan Alkohol serta gas mudah terbakar diudara lainnya. Sensor MQ-2 terdapat 2 masukan tegangan yakni VH dan VC. VH digunakan untuk tegangan pada pemanas (*Heater*) *internal* dan VC merupakan tegangan sumber. Catu daya yang dibutuhkan pada sensor MQ-2 adalah $V_c < 24\text{VDC}$ dan $V_H = 5\text{V} \pm 0.2\text{V}$ tegangan AC atau DC [19].

Sensor gas dan asap ini mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan *output* membaca sebagai tegangan analog. Sensor dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar dari 300 sampai 10.000 sensor ppm. Dapat beroperasi pada suhu dari -20 sampai 50 ° C dan

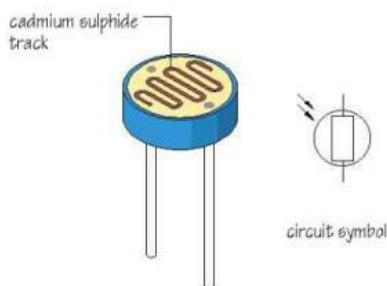
mengonsumsi kurang dari 150 mA pada 5V.



Gambar 6. Sensor MQ-2

d. Sensor Cahaya

Salah satu sensor cahaya adalah LDR (*Light Dependant Resistor*). LDR adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya [16].



Gambar 9. Sensor LDR

4. Teori Ralat

Fisika mempelajari tentang fenomena-fenomena alam secara kualitatif dan kuantitatif; karenanya masalah pengukuran terhadap besaran fisis mempunyai arti penting. Mengukur adalah membandingkan suatu besaran fisis dengan besaran fisis sejenis yang dapat dianggap sebagai tolak ukurnya (besaran standar). Oleh sebab itu tujuan

pengukuran adalah untuk mengetahui harga/nilai antara besaran yang diukur dengan besaran yang dianggap tolak ukurnya.

Setiap kali melakukan pengukuran yang diulang-ulang dengan teliti, hasilnya hampir selalu berbeda meskipun selisihnya sangat kecil. Karenanya dalam proses pengukuran selalu terdapat kesalahan atau ralat (*error*). Usaha yang harus dilakukan dalam setiap pengukuran adalah memperoleh kesalahan tersebut sekecil mungkin.

Jika pengamatan atau pengukuran dilakukan berkali-kali pada besaran yang diukur secara langsung, hasilnya berbeda-beda, misalnya hasil pengamatan/pengukuran yang dilakukan sebanyak k kali dengan hasil tiap kali $x_1; x_2; x_3 \dots \dots \dots x_k$, dimana x_i yang besarnya $x_1; x_2; x_3 \dots \dots \dots x_k$, dinamakan nilai terukur yang merupakan nilai atau harga yang mungkin. Nilai terbaik dari nilai-nilai terukur adalah nilai rata-ratanya yang juga merupakan nilai yang paling mungkin, jadi nilai terbaiknya (\bar{x}) yaitu :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_k}{k} \quad (1)$$

Selisih atau penyimpangan antara nilai terukur dengan nilai rata-rata disebut deviasi dengan lambang δ jadi :

$$\delta_x = x_i - \bar{x} \quad (2)$$

Deviasi seperti yang dituliskan pada persamaan (2), merupakan penyimpangan terhadap nilai terbaik dari nilai terukur yang bersangkutan (x_i). Untuk menentukan nilai pengamatan yang mungkin, ditentukan nilai terbaik x_i dengan penyimpangan yang disebut "deviasi standard". Deviasi standard ini didefinisikan sebagai akar rata-rata kuadrat deviasinya, dan untuk pengamatan di laboratorium Fisika Dasar umumnya besaran terukur tunggal digunakan rumus :

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\delta_{x_i})^2}{k(k-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{k(k-1)}} \quad (3)$$

Sedangkan deviasi standard relatifnya dapat ditulis :

$$s_{xr} = \frac{s_x}{\bar{x}} \text{ atau } s_{xr} = \frac{s_x}{\bar{x}} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana standard deviasi mutlak dirumuskan sebagai berikut :

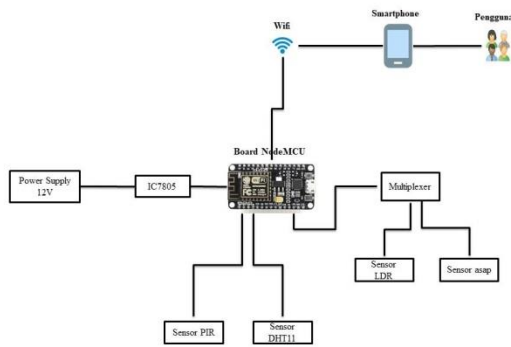
$$S_{mutlak} = \left| \frac{S_{eksperimen} - S_{teori}}{S_{teori}} \right| \times 100 \quad (5)$$

Sehingga akurasi dirumuskan sebagai berikut :

$$Akurasi = 100\% - S_{mutlak} \quad (6)$$

5. Cara Kerja Alat

Desain rangkaian alat yang dikembangkan ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Desain alat

Cara kerja dari alat diatas melalui sistem dimana hasil dari pembacaan sensor diproses oleh NodeMCU yang kemudian datanya dikirim melalui internet untuk ditampilkan pada aplikasi *blynk* pada smartphone. Untuk analisis data menggunakan persamaan teori ralat.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE. Model ADDIE memperlihatkan tahapan-tahapan dasar desain sistem pembelajaran sederhana dan mudah di pelajari. Model ini terdiri dari lima fase atau tahapan utama yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* atau dalam bahasa indonesia model Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi dan Evaluasi [6]. Subjek dalam penelitian ini merupakan perangkat peraga pemantauan keamanan laboratorium berbasis IoT untuk mata kuliah fisika instrumentasi dan mahasiswa Pendidikan Fisika UAD.

Data dapat dikategorikan menjadi dua kelompok besar yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Data yang diperoleh melalui angket penilaian pada pengembangan media pembelajaran berupa perangkat demonstrasi untuk membantu pemahaman mahasiswa dalam mata kuliah Fisika Instrumentasi. Data ini disajikan dalam bentuk kuantitatif. Untuk penilaian “Baik” diberi skor 4, “Cukup Baik” diberi skor 3, “Kurang Baik” diberi skor 2 dan “Tidak Baik” diberi skor 1. Setelah dianalisis dan didapat hasil akhir dalam bentuk presentase kemudian dikualifikasikan kembali untuk menyimpulkan tentang kelayakan produk yang dikembangkan.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil pada penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu hasil pengujian sensor dan hasil uji kelayakan perangkat.

Dimana pengujian sensor dilakukan untuk mencari akurasi dan sensitivitas sensor sehingga hasil pembacaan sensor merupakan data yang valid.

I. Hasil Pengujian Sensor

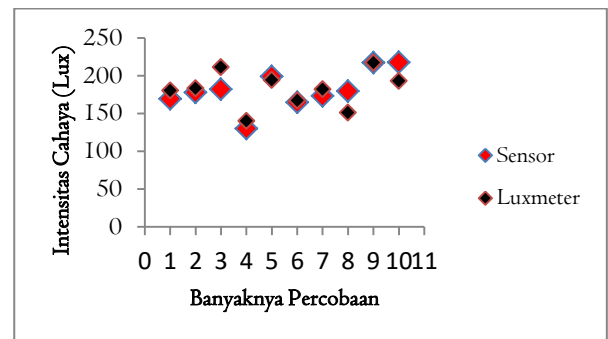
a. Pengujian Sensor LDR

Pengujian ini dilakukan untuk menguji tingkat akurasi dari sensor LDR sehingga hasil yang didapatkan bisa dikatakan valid.

Tabel 2. Hasil pembacaan dari sensor LDR dan Luxmeter

No.	I (sensor) (Lux)	I (Luxmeter) (Lux)
1	168,99	180
2	177,64	183
3	181,89	211
4	129,99	140
5	198,82	194
6	164,48	167
7	173,07	182
8	179,27	151
9	216,86	217
10	217,55	193

Data dari tabel 2 kemudian di buat grafik untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sebenarnya.



Gambar 11. Grafik hasil perbandingan pembacaan sensor dengan Luxmeter

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa ada sedikit perbedaan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sebenarnya, namun hal ini masih dalam batas toleransi yang wajar karena setelah data pada tabel 2 di analisis menggunakan persamaan yang ada pada teori ralat diperoleh hasil $\bar{I}_u = 180,86 \text{ lux}$ dan $\bar{I}_T = 181,8 \text{ lux}$ berdasarkan persamaan (1), dimana nilai $s_u = 4,53\%$ dan $s_T = 4,22\%$ diperoleh dari, persamaan (4) sehingga nilai akurasi yang didapat berdasarkan persamaan (6) adalah sebesar 92,57%. Berdasarkan akurasi tersebut maka data hasil pembacaan sensor dapat dinyatakan valid.

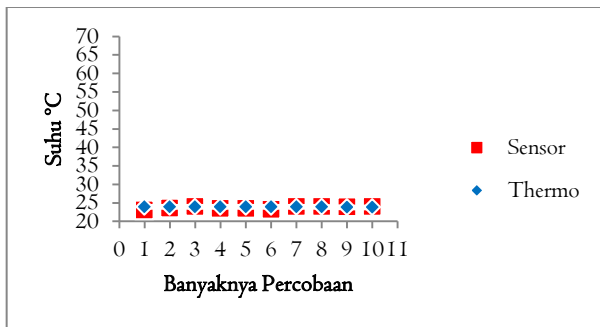
b. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian ini dilakukan untuk menguji tingkat akurasi dan presisi dari sensor DHT11 sehingga hasil yang didapatkan bisa dikatakan valid. Untuk pengukuran suhu hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pembacaan dari sensor DHT11 dan Thermometer

No.	T (sensor) (°C)	T (Thermo) (°C)
1	23,07	23,9
2	23,53	23,9
3	24,00	23,9
4	23,46	23,9
5	23,44	23,9
6	23,21	23,9
7	24,00	23,9
8	24,00	23,9
9	23,93	23,8
10	24,00	23,8

Data dari tabel 3 kemudian di buat grafik untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sebenarnya.



Gambar 12. Grafik hasil perbandingan pembacaan sensor dengan Thermometer

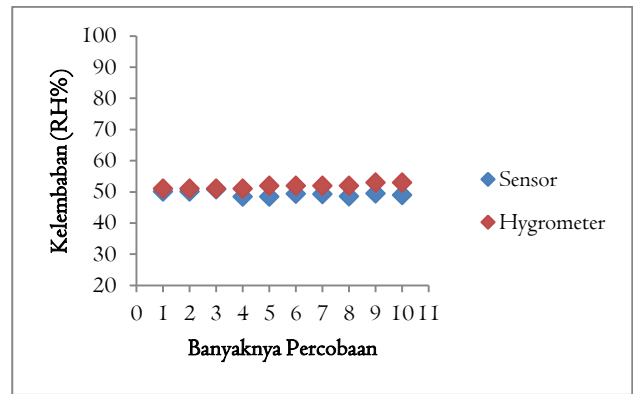
Dari gambar 12 dapat dilihat bahwa ada sedikit perbedaan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sebenarnya, namun hal ini masih dalam batas toleransi yang wajar karena setelah data pada tabel 3 di analisis menggunakan persamaan yang ada pada teori ralat diperoleh hasil $\bar{T}_u = 23,66^\circ\text{C}$ dan $\bar{T}_T = 23,88^\circ\text{C}$ berdasarkan persamaan (1), dimana nilai $s_u = 0,49\%$ dan $s_T = 0,46\%$ diperoleh dari, persamaan (4) sehingga nilai akurasi yang didapat berdasarkan persamaan (6) adalah sebesar 94,34%. Berdasarkan akurasi tersebut maka data hasil pembacaan sensor dapat dinyatakan valid.

Sedangkan untuk kelembaban, hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pembacaan dari sensor DHT11 dan Hygrometer

No.	Rh (sensor) (%)	Rh (Hygro) (%)
1	50,07	51
2	50,13	51
3	50,86	51
4	48,43	51
5	48,50	52
6	49,39	52
7	49,30	52
8	48,53	52
9	49,47	53
10	49,00	53

Data dari tabel 4 kemudian di buat grafik untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sebenarnya.



Gambar 13. Grafik hasil perbandingan pembacaan sensor dengan Hygrometer

Dari gambar 13 dapat dilihat bahwa ada sedikit perbedaan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sebenarnya, namun hal ini masih dalam batas toleransi yang wajar karena setelah data pada tabel 4 di analisis menggunakan persamaan yang ada pada teori ralat diperoleh hasil $\bar{Rh}_u = 49,37\%$ dan $\bar{Rh}_T = 51,8\%$ berdasarkan persamaan (1), dimana nilai $s_u = 0,51\%$ dan $s_T = 0,48\%$ diperoleh dari, persamaan (4) sehingga nilai akurasi yang didapat berdasarkan persamaan (6) adalah sebesar 93,38%. Berdasarkan akurasi tersebut maka data hasil pembacaan sensor dapat dinyatakan valid.

c. Pengujian Sensor MQ-2

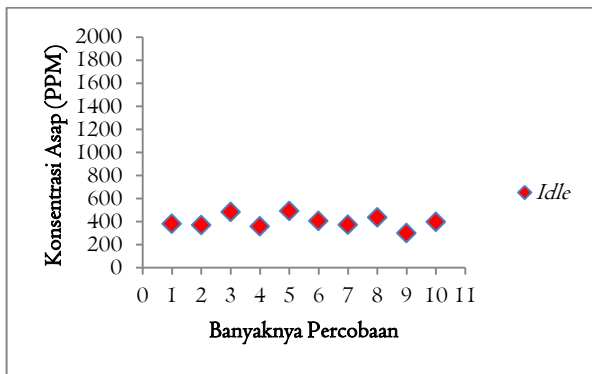
Pengujian sensor MQ-2 ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi asap dengan mengukur kadar asap pada udara. Pengujian dilakukan dengan 2 kondisi, yaitu saat kondisi *idle* dan saat kondisi saat kertas

dibakar. Berikut adalah data hasil pengujian sensor MQ-2 yang diambil sebanyak 10 kali.

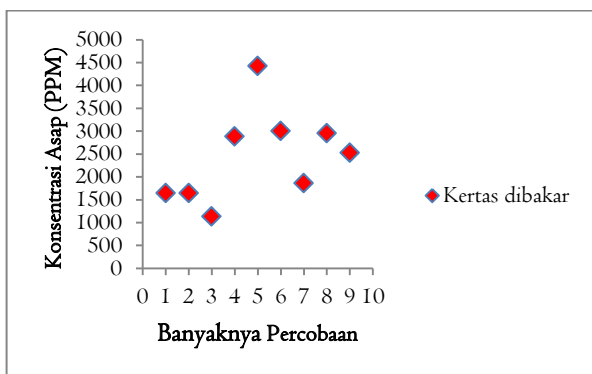
Tabel 5. Hasil pengujian pengukuran konsentrasi asap

No.	Konsentrasi asap <i>Idle</i> (PPM)	Konsentrasi Asap saat Kertas dibakar (PPM)
1	378,69	1644,92
2	367,76	1644,92
3	483,08	1139,30
4	359,04	2884,58
5	490,21	4429,26
6	405,35	3002,57
7	371,97	1861,11
8	435,90	2956,46
9	300,63	2528,55
10	395,65	1216,78

Data dari tabel 5 kemudian di buat grafik untuk membandingkan hasil pembacaan sensor saat keadaan *idle* dengan keadaan saat kertas dibakar.



Gambar 14. Grafil hasil pengukuran keadaan asap saat *idle*

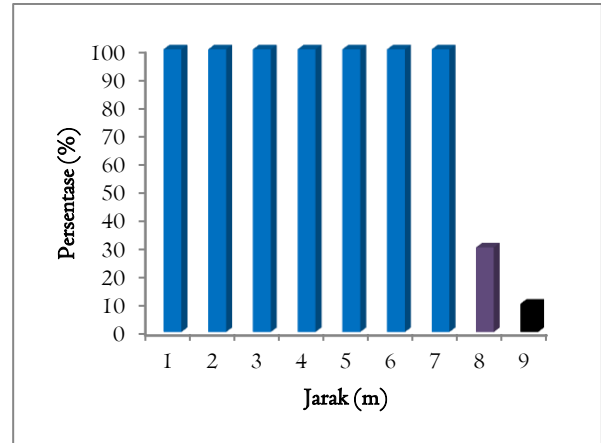


Gambar 15. Grafil hasil pengukuran keadaan asap saat kertas dibakar

Gambar 14 dan 15 menunjukkan perbedaan saat sensor MQ-2 *idle* dan saat terjadi kebakaran. Konsentrasi asap di udara bernilai kurang dari 500 PPM saat *idle*, dan selalu meningkat saat ada asap berlebih karena kertas dibakar di ruangan.

d. Pengujian Sensor PIR HC-SR501

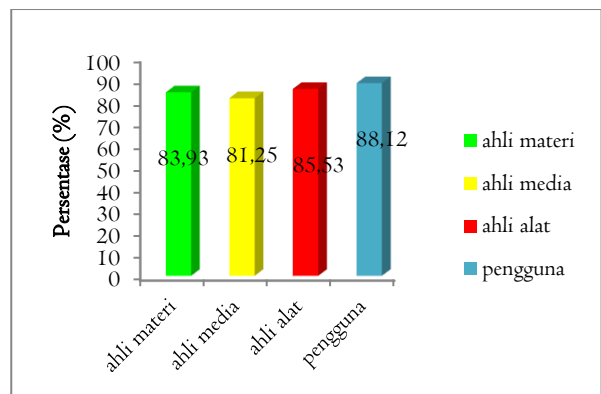
Berikut adalah hasil pengujian sensor PIR sebagai sensor gerakan. Untuk pengujian sensitifitas sensor PIR yang dilakukan 10 kali, sensor ini mampu mendapatkan presentase keberhasilan 100% dari jarak 1 meter hingga 7 meter, sedangkan untuk jarak 8 meter mendapatkan presentase keberhasilan sebesar 30% dan jarak 9 meter sebesar 10%.



Gambar 16. Diagram batang sensitivitas sensor PIR

2. Hasil Uji Kelayakan Perangkat

Hasil uji kelayakan perangkat ditunjukkan oleh diagram batang seperti pada gambar 17.



Gambar 17. Rangkuman persentase uji kelayakan perangkat

Pada uji kelayakan materi dan media, penelitian ini mendapat persentase sebesar 83,93% dan 81,25% dimana angka tersebut menyatakan bahwa materi dan media dalam buku panduan masuk dalam kategori baik. Beberapa saran dan masukan dari validator agar materi dalam buku panduan ini lebih baik lagi seperti perlu ditambahkannya gambaran keadaan laboratorium yang aman dan *step by step* penggunaan alat. Untuk uji kelayakan alat penelitian ini mendapatkan persentase sebesar

85,53% dimana termasuk dalam kategori baik dan untuk uji kelayakan produk kepada pengguna mendapatkan persentase 88,12%. Berdasarkan hasil persentase tersebut maka perangkat ini (buku panduan dan alat) dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran sebagai alat demonstrasi pada mata kuliah Fisika Instrumentasi.

V. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap Pengembangan Perangkat Peraga Pemantau Keamanan Laboratorium Berbasis *Internet of Things* Untuk Mata Kuliah Fisika Instrumentasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kelayakan alat pemantau keamanan laboratorium yang dikembangkan dan telah diuji mendapatkan persentase skor 85,53% dengan kategori baik.
2. Kelayakan buku panduan yang dibuat berdasarkan alat pemantau keamanan laboratorium yang dikembangkan dan telah diuji mendapatkan skor 83,93% untuk materi dengan kategori baik dan persentase skor 81,25 % untuk media dengan kategori baik.
3. Respon mahasiswa terkait perangkat yang dikembangkan untuk pemantauan keamanan laboratorium berbasis *Internet of Things* mendapatkan skor 88,12% dengan kategori baik.

Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak Nanang Suwondo sebagai dosen Pembimbing Skripsi, serta segenap staf Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains (LTPS) Universitas Ahmad Dahlan yang sudah membimbing dan menyediakan fasilitas untuk menuntaskan tugas akhir ini.

Kepustakaan

- [1] Ashari, M. A., & Lidyawati, L. (2019). IoT Berbasis Sistem Smart Home Menggunakan Nodemcu V3. *Jurnal Kajian Teknik Elektro Vol.3 No.2 E - ISSN 2502-6484*, 138-149.
- [2] ISO. (2005). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. *ISO/IEC 17025:2005*, 1-38.
- [3] Jumaila, S. I., & Maulida, S. (2017). Pemantauan Suhu dan Kelembaban di Laboratorium Kalibrasi Tekanan dan Volume Berbasis Web Secara Real Time. *ISSN : 2085-2517*, 1-11.
- [4] Ladyada. (2016). *PIR Motion Sensor*. Adafruit Learning System.
- [5] Nugroho, K. A. (2010). *Modul Analisis Pengukuran Fisika*. Yogyakarta: UNY
- [6] Pribadi, A. A., & Benny. (2009). *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- [7] Rumbinah. (2010). *Standarisasi dan Pengelolaan LAB IPA*. Kalimantan Timur: LPMP.
- [8] Said, M. L. (2011). *Pengantar Laboratorium Fisika*. Makassar: Alauddin University Press.
- [9] Saptiadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino. *Jurnal Infotel Vol. 6 No. 2 November 2014*, 49-56.
- [10] Sumarna. (2011). *Alat Ukur Besaran Fisik Laboratorium Fisika*. Yogyakarta: UNY
- [11] Suyatna, A., & Wicaksono, A. (2018). *Instrumentasi Fisika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [12] Thompkins, W. J., & Webster, J. G. (1992). *Interfacing Sensors to the IBM PC*. Prentice Hall.
- [13] Universitas Brawijaya. (2015). *Pedoman Instrumentasi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [14] Universitas Pendidikan Indonesia. (2016). *Pengantar Fisika Instrumentasi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [15] Wahyudi, I., & Wicaksono, A. (2016). *Pengelolaan LAB IPA*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [16] Wanto. (2008). *PA Fisika SMP dan MTs untuk Kelas IX (KTSP 2006) (Jilid 3)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [17] Wibowo, A. N. (2018). *Sistem Kendali dan Monitoring Peralatan*. Yogyakarta: STIMIK AKAKOM.
- [18] Young, H. D., & Freedman, R. (2002). *Fisika Universitas edisi kesepuluh jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- [19] Zulni, A. (2015). *Sistem Pendeteksian Kebocoran Gas Dan Kualitas Udara Di Laboratorium Pendidikan Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.